(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号

特開2017-150609
(P2017-150609A)

(43)公開日　平成29年8月31日(2017.8.31)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F16H 55/14	(2006.01)	F16H	55/14		3J027
F16H 1/32	(2006.01)	F16H	1/32	A	3J030
F16F 15/08	(2006.01)	F16F	15/08	E	3J048

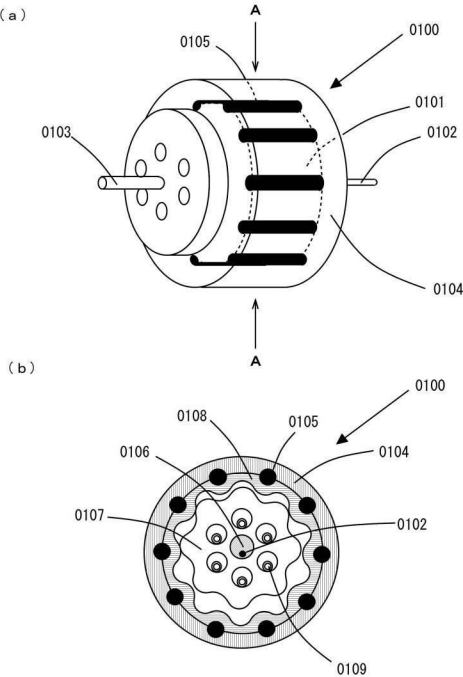
審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 11 頁）

(21)出願番号　特願2016-34729(P2016-34729)
(22)出願日　平成28年2月25日(2016.2.25)

(71)出願人　598163064
学校法人千葉工業大学
千葉県習志野市津田沼２－１７－１
(74)代理人　100109553
弁理士　工藤　一郎
(72)発明者　牧角　知祥
千葉県習志野市津田沼２－１７－１　学校法人千葉工業大学内
(72)発明者　林原　靖男
千葉県習志野市津田沼２－１７－１　学校法人千葉工業大学内
(72)発明者　川崎　文寛
千葉県習志野市津田沼２－１７－１　学校法人千葉工業大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】減速装置

(57)【要約】
【課題】ヒューマノイドロボットの動作を具現する重要な技術要素として減速機があり、バックラッシのほとんど生じない減速機として波動歯車型減速機がとくに用いられている。しかし、この減速機は外的な力を受けると脱調や歯の損傷といったトラブルが生じやすい。そこで、本発明においては、このようなトラブルを低減するために緩衝機構を付与した減速機を提供することを課題とする。
【解決手段】上記課題を解決するために、入力回転軸と出力回転軸の間で入力に対する出力の回転数を減じる減速機構と、入力回転軸側又は出力回転軸側に固定され減速機構を収容するハウジングと、弾性体からなり、クッション力の働く主要方向が、前記ハウジングとハウジングが固定されていない側の軸との間に生じる回転軸を回転させる略回転接線方向である緩衝手段と、を有する減速装置などを提供する。
【選択図】図１

【特許請求の範囲】
【請求項１】
入力回転軸と出力回転軸の間で入力に対する出力の回転数を減じる減速機構と、
入力回転軸側又は出力回転軸側に固定され減速機構を収容するハウジングと、
弾性体からなり、クッション力の働く主要方向が、前記ハウジングとハウジングが固定されていない側の軸との間に生じる回転軸を回転させる略回転接線方向である緩衝手段と、を有する減速装置。
【請求項２】
緩衝手段は、クッション力が正逆いずれの回転の略接線方向に対しても平等であるように略回転法線方向に対して対称形である弾性体である請求項１に記載の減速装置。
【請求項３】
緩衝手段の前記弾性体は、入力回転軸又は／及び出力回転軸の軸心を中心として略点対称に配置されている請求項２に記載の減速装置。
【請求項４】
減速機構は偏心揺動型減速機構である請求項１から３のいずれか一に記載の減速装置。
【請求項５】
前記偏心揺動型減速機構は、プラスティック製の遊星歯車と、プラスティック製の内歯車と、金属製の内歯車固定リングと、からなり、緩衝手段の前記弾性体は、前記内歯車固定リングとハウジング間に配置される請求項４に記載の減速装置。
【請求項６】
前記内歯車固定リングと、ハウジングとは緩衝手段の前記弾性体配置部分を除いて接して配置されている請求項５に記載の減速装置。
【請求項７】
緩衝手段の前記弾性体は、円柱形状であり、外周面にてハウジングと内歯車固定リングとに接している請求項６に記載の減速装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、衝撃を吸収する機能を備える減速装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
ヒューマノイドロボットは近年盛んに研究がなされ様々な分野での活躍が期待されている。ヒューマノイドロボットの動作を具現する重要な技術要素として減速機がある。減速機はサーボモータと組み合わされヒューマノイドロボットの関節を構成する。ヒューマノイドロボットに用いる減速機に求められる条件は、バックラッシが少ないことである。
【０００３】
バックラッシュの少ない減速機としては、遊星歯車型減速機、偏心揺動型減速機、波動歯車型減速機などがある。とくに波動歯車型減速機は、バックラッシが少ないことに加え、高減速比、軽量、コンパクトであることから、ヒューマノイドロボットの関節に多用されている（特許文献１）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２０１４－８４９８９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ところで、この波動歯車型減速機にはウィークポイントがある。波動歯車型減速機は、フレクスプラインがウェーブジェネレータにより楕円形状に撓められ、長軸の部分で外輪の内歯と歯が噛み合うという特有の構成となっており、外部からの衝撃を受けると歯の噛

み合いがずれるという現象（脱調）が容易に生じてしまうという性質がある。
【０００６】
二足歩行が予定されるヒューマノイドロボットについては、転倒などにより受ける衝撃の他に、予定された動作を行う際に減速機に対して予期せず生じる過剰な負荷も衝撃として減速機に作用する。このような外的な力を受けることで、可撓性の構成を備える波動歯車型減速機は容易に脱調が生じ、のみならず歯車の損傷が生じてしまい、予定された動作を不能にしてしまう。
【０００７】
ヒューマノイドロボットの関節を構成する減速機において、脱調や歯車の損傷が生じないようにすることは、ヒューマノイドロボットの動作の安定化などに資するとともに、ひいてはヒューマノイドロボットの実用化のために極めて重要である。そこで、本発明においては、減速機に対衝撃性能を付与することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００８】
上記課題を解決するための手段として、以下の発明などを提供する。すなわち、入力回転軸と出力回転軸の間で入力に対する出力の回転数を減じる減速機構と、入力回転軸側又は出力回転軸側に固定され減速機構を収容するハウジングと、弾性体からなり、クッション力の働く主要方向が、前記ハウジングとハウジングが固定されていない側の軸との間に生じる回転軸を回転させる略回転接線方向である緩衝手段と、を有する減速装置などを提供する。
【発明の効果】
【０００９】
本発明により、とくに動作において生じる過剰な負荷を吸収し減速機構の損傷を防止することのできる減速装置を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】実施形態１の減速装置の一例を示す概念図
【図２】図１に示した減速装置の断面と、その一部を拡大して示す概念図
【図３】弾性体の形状について説明するための概念図
【図４】弾性体を、入力回転軸又は／及び出力回転軸の軸心を中心として略点対称に配置する態様の例を示す概念図
【図５】断面形状が台形である柱状の弾性体を配置した例を示す概念図
【図６】実施形態２の減速装置の一例を示す概念図
【図７】実施形態２の減速装置の一例を一部を断面図として示す概念図
【図８】図７で示した減速装置の各要素を展開した概念図
【図９】実施形態２の減速装置を関節に用いたヒューマノイドロボットの脚の一例を示す概念図
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本発明は、これらの実施形態に何ら限定されるべきものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施し得る。
＜実施形態＞
＜概要＞
【００１２】
本実施形態の減速装置は、減速機構を収容するハウジングと入力回転軸又は出力回転軸との間で回転軸を回転させる略回転接線方向に働く力を吸収するための緩衝手段を備えることを特徴とする。この緩衝手段により、減速機構の回転軸に対する過剰な負荷を吸収し減速機構を構成する歯車などの各要素の損傷を防止する。
＜構成＞

【００１３】
本実施形態の減速装置は、減速機構、ハウジング及び緩衝手段からなる。図１は、係る減速装置の一例を示す概念図である。図１（ａ）は、ハウジング内の一部を透視した概念図である。また、図１（ｂ）は、図１（ａ）の「Ａ－Ａ」方向での断面を示す概念図である。
【００１４】
図示するように、「減速装置」（０１００）は、「入力回転軸」（０１０２）と「出力回転軸」（０１０３）の間で入力に対する出力を減じる「減速機構」（０１０１）と、この減速機構を収容する「ハウジング」（０１０４）と、減速機構の外郭に複数配置される「弾性体」（０１０５）により構成される緩衝手段とからなる。
【００１５】
なお、この弾性体は円柱形状であり、内歯車の外周面に設けられる溝とハウジングの内周面に設けられる溝のそれぞれによって自身が固定されるように嵌合した状態で配置されている。また、弾性体は、その長手方向が入力回転軸又は出力回転軸の軸線方向と略平行になるように配置されている。また、弾性体は、その長手方向が入力回転軸又は出力回転軸の軸線方向と一定の傾きをもって配置してもよい。この場合、先の配置の場合に比べて、弾性体が配置される総面積を大きくすることができる。
【００１６】
図１（ｂ）に示すように、減速機構として偏心揺動型の減速機構を示している。図示するように、「入力回転軸」（０１０２）は「クランク」（０１０６）に接続され、クランクは「遊星歯車」（０１０７）に接続される。入力回転軸の回転により遊星歯車は、波型形状の接触面を備える「内歯車」（０１０８）と自身の波型形状の歯を接触させ転がり（自転）ながら自転方向と逆向きに公転する。この自転を６つの「内ピン」（０１０９）により取り出す。６つの内ピンを入力回転軸の中心と同心円上に配置することで入力回転軸と出力回転軸を同心にすることができる。これらの各要素により減速機構は構成される。そして、このような減速機構を収容するのが「ハウジング」（０１０４）である。
【００１７】
ハウジングは、入力回転軸側又は出力回転軸側に固定され減速機構を収容する。入力回転軸はモータなどによる動力が伝達される回転軸であり、出力回転軸は入力回転軸の回転数に対して減じられた回転運動を出力する回転軸である。
【００１８】
ハウジングが入力回転軸側又は出力回転軸側のいずれか一方に固定されることで、他方側を相対的に動かすことができる。例えば、ヒューマノイドロボットの膝の関節に本減速装置を用いる場合、入力回転軸側となる膝の上側（腿側）にハウジングを固定することで、出力回転軸側の膝の下側（脛側）を腿側に対して動かすことができる。
【００１９】
緩衝手段は、弾性体からなり、クッション力の働く主要方向が、前記ハウジングとハウジングが固定されていない側の軸との間に生じる回転軸を回転させる略回転接線方向であるように構成される。
【００２０】
図２は、図１に示した減速装置の断面と、その一部を拡大して示す概念図である。緩衝手段を構成する一の「弾性体」（０２０１）は、減速機構の外郭を構成する「内歯車」（０２０２）と、減速機構を収容する「ハウジング」（０２０３）との間で、内歯車とハウジングの双方によって自身が固定されるように嵌合した状態で配置されている。
【００２１】
ここで、ハウジングが入力回転軸側に固定されている場合を考える。この場合において、出力回転軸の回転方向は６つの内ピンに描かれるように反時計回りであるとする。この場合、出力回転軸と接続されるヒューマノイドロボットの腕や脚に過剰な負荷がかかった場合（例えば、障害物などにより腕や脚の動きが妨げられるような場合）に、一の「弾性体」（０２０１）には、入力回転軸又は出力回転軸を中心とし当該弾性体までの距離を半

径とする円周上であって当該弾性体の位置での略回転接線方向（図中の破線０２０４）に力が作用する。

【００２２】

拡大図に示すように、出力回転軸に接続される腕や脚に過負荷がかかると出力回転軸から内ピン及び遊星歯車を介して減速機構の外郭となる内歯車に対して出力回転軸の回転方向と逆の回転方向へ力が作用する（図中矢印０２０５）。一方、ハウジングは入力回転軸側に固定されるため、出力回転軸が受けた力の反作用として、上記回転接線方向上で逆向きの力が作用する（図中矢印０２０６）。弾性体は、自身に作用するそれらの力を、自身が撓む（変形する）ことにより吸収する。この弾性体の他にも減速装置には複数の弾性体が配置され、各弾性体が同様に撓むことにより、出力回転軸にかかる力を吸収する。このように自身が撓むことにより力を吸収する作用をクッション作用といい、吸収する力の方向をクッション力の働く方向という。

【００２３】

弾性体の撓みにより緩衝作用を得ることから、弾性体を介在させずに内歯車の外周面とハウジングの内周面とが接する部分については、双方を接着又は接合することは好ましくない。また、内歯車の外周面とハウジングの内周面との接触面に潤滑油を介在させてもよい。この場合、過負荷などにより減速機構に作用する力を弾性体により集中させることができ、減速機構及びハウジングの損傷をより防止し得る。

【００２４】

さらに弾性体の形状について図３を用いて説明する。図３（ａ）に示すように、「弾性体」（０３０１）の断面形状が略真円である場合、その断面形状は法線方向（図中鎖線０３０２）に対して線対照となる。このような形状である場合、弾性体がうける力の向きが正逆いずれの回転方向（図中太線両端矢印０３０３）であってもクッション力は平等に作用する。

【００２５】

他方、図３（ｂ）に示すように、「弾性体」（０３０４）の断面形状が法線方向（図中鎖線０３０５）に対して非対照の場合には、回転接線方向（図中破線０３０６）において力を受ける面の差異が生じ、クッション力が平等に作用しない。

【００２６】

減速機構に対する過剰な負荷などの外的な力は、入力回転軸又は出力回転軸を回転させる回転接線方向に働き、その力の向きは正逆双方に働き得る。したがって、正逆いずれかの方向に対するクッション力に優劣が生じることは好ましくない。そのため、図３（ａ）に示すように、法線方向に対して対照な形状とすることが好ましい。

【００２７】

つぎに緩衝手段を構成する弾性体の配置について説明する。上述したように、緩衝手段は、主として入力回転軸又は出力回転軸を回転させる回転接線方向にクッション力を作用させることを意図している。また、正逆いずれの回転接線方向に対しても平等にクッション力が作用することが好ましい。そこで、弾性体は、入力回転軸又は／及び出力回転軸の軸心を中心として略点対称に配置されるようにすることが好ましい。

【００２８】

図４は、弾性体を、入力回転軸又は／及び出力回転軸の軸心を中心として略点対称に配置する態様の例を示す概念図である。ここでは、減速機構の外郭となる内歯車とハウジングのみを図示し、遊星歯車等の減速機構の内部要素についての図示は省略する。

【００２９】

図４（ａ）は、「ハウジング」（０４０１）と「内歯車」（０４０２）の間に、「弾性体」（０４０３）を４つ等間隔で配置しており、「軸心」（０４０４）を中心として略点対称に弾性体が配置されている。なお、この軸心は入力回転軸と出力回転軸とを同心としている。

【００３０】

図４（ｂ）は、「ハウジング」（０４１１）と「内歯車」（０４１２）の間に、８つ「

弾性体」（０４１３）を時計の文字盤に見立てた場合の０時から３時までの各時と６時から９時までの各時の位置に配置したものである。このような配置も、「軸心」（０４１４）を中心として略点対称となっている。

【００３１】

ここまで、弾性体の例として断面形状が略真円の柱状の弾性体を示してきた。しかしながら、このような形状に限られるものではなく、例えば、図５に示すように、断面形状が台形である柱状の「弾性体」（０５０１）を用いてもよい。

【００３２】

また、弾性体の材料としては、ウレタンゴムやシリコンゴムなどの合成樹脂製のゴムなどを用いることができ、天然ゴムなどであってもよい。また、回転接線方向に伸縮する方向を揃えたつるまきばねや板ばねなどのばねを弾性体として配置してもよい。樹脂製のゴムが溶けるおそれのある高温環境下では、耐熱性を有する金属製のばねを弾性体に用いることが好適である。

【００３３】

また、弾性体として油を用いてもよい。例えば、内歯車の外周面とハウジングの内周面との間に油の流路を設け、当該流路に流す油の流量を調整することで、調整可能な油圧による弾性体を構成することもできる。なお、内歯車とハウジングのみで密封された流路を形成することが難しい場合には、伸縮性のパイプ等を配置する溝を設け、そのパイプ等の中に油を流すことによってもよい。

＜効果＞

【００３４】

本実施形態の減速装置により、減速機構の入力回転軸又は出力回転軸に対する過剰な負荷を吸収し減速機構を構成する歯車などの各要素の破損を防止することができる。

＜実施形態２＞

＜概要＞

【００３５】

本実施形態は、実施形態１の減速装置を基本とし、減速機構が偏心揺動型減速機構であって、内歯車や遊星歯車をプラスティック製とするとともに、内歯車を固定する金属製のリングを有し、この金属製のリングとハウジングとの間に弾性体を配置する減速装置である。

【００３６】

このような構成とすることで、減速装置の軽量化を図るとともに、内歯車や遊星歯車を金属製のリングにより内包することで、例えば、本減速装置を関節に用いるヒューマノイドロボットが転倒するなどして衝撃を受けた場合であっても、内歯車や遊星歯車を破損から保護することができる。また、可撓性のあるプラスティックを内歯車に用いるため、内歯車に生じる応力を、内歯車を剛性に優れる金属製のリングで囲繞することで、その応力を分散させ、内歯車の破損を防止することができる。

＜構成＞

【００３７】

図６は、本実施形態の減速装置の断面の一例を示す概念図である。「減速装置」（０６０１）は、「遊星歯車」（０６０２）や「内ピン」（０６０３）や「入力回転軸」（０６０４）及び「クランク」（０６０５）などを内包する「内歯車」（０６０６）により偏心揺動型の減速機能を実現するとともに、その内歯車を更に固定する「内歯車固定リング」（０６０７）を減速機構に有する。そして、内歯車固定リングを含む減速機構を収容する「ハウジング」（０６０８）と内歯車固定リングとの間に緩衝手段を構成する複数の「弾性体」（０６０９）が配置される。

【００３８】

そして、この減速機構を構成する要素のうち少なくとも内歯車と遊星歯車はプラスティック製である。なお、クランクや内ピンもその一部又は全部をプラスティック製としてもよい。このようにプラスティック製とすることで減速装置の軽量化を図ることが可能とな

る。
【００３９】
内歯車固定リングは金属製である。用いる具体的な金属は特段限定されるものではないが、例えば、鉄、鋼、ステンレス鋼、アルミニウム、アルミ合金などを用いることができる。
【００４０】
図示するように内歯車の外周にＶ字状の溝を設け、内歯車固定リングの内周に内歯車の溝と嵌合する突起を設けるなどして、内歯車固定リングは内歯車を固定する。そして、内歯車固定リングの外周面には実施形態１における内歯車と同様に弾性体を嵌合するための溝が設けられ、この溝とハウジングの内周面にも同様に設けられる溝とが設けられる。　10
【００４１】
弾性体は、内歯車固定リングとハウジングとに設けられる溝の双方に嵌合されて配置される。そして、内歯車固定リングの外周面とハウジングの内周面とは、弾性体が配置される溝の部分を除いて互いに接するように配置される。双方の間に隙間が生じないようにすることが、減速装置の機械的強度を高めるうえで好ましい。
【００４２】
また、内歯車固定リングを構成する金属の内部あるいは内歯車固定リングの内周面であって、弾性体配置箇所近傍に発熱体（例えば、ニクロム線など）を配置してもよい。ゴムは温度に応じてその弾性が変化し得る。そこで、弾性体の近傍に発熱体を配置し、その加熱により弾性体の弾性を適宜調整し得るように構成してもよい。　20
【００４３】
図７は、本実施形態の減速装置の一例を一部を断面図として示す概念図である。「内歯車」（０７０１）、「遊星歯車」（０７０２）、「ハウジング」（０７０３）は、いずれもプラスティック製である。そして、内歯車の外周には金属製の「内歯車固定リング」（０７０４）が配置されている。
【００４４】
内歯車固定リングの外周面とハウジングの内周面には、一つの区画に３本の円柱形状の「弾性体」（０７０５）を配置するための溝が設けられ、このような区画が６つ等間隔で周面に設けられている。図中では、すべての溝に弾性体が配置されているが、用途や使用環境等に応じて適宜配置する弾性体の本数や位置を選択することが可能である。　30
【００４５】
なお、本図の減速装置は、「入力回転軸」（０７０６）に接続される「クランク」（０７０７）もプラスティック製であり、６本の「内ピン」（０７０８）の公転から「出力回転軸」（０７０８）を得ており、この出力回転軸もプラスティック製としている。
【００４６】
図８は、図７で示した減速装置の各要素を展開した概念図である。図示するように、金属製の「内歯車固定リング」（０８０１）は一体的に形成し、プラスティック製の「内歯車」（０８０２）と「ハウジング」（０８０３）は、入力回転軸側と出力回転軸側とで２つのパーツで形成している。
【００４７】　40
内歯車固定リングの外周面には計１８個の円柱形状の「弾性体」（０８０４）を配置可能である。また、２枚の「遊星歯車」（０８０５、０８０６）を入力回転軸に接続するクランクと偏心を逆にしたクランクで接続することで、「出力回転軸」（０８０７）を入力回転軸と同心としている。なお、遊星歯車及び出力回転軸もプラスティック製である。
【００４８】
図９は、本減速装置を関節に用いたヒューマノイドロボットの脚の一例を示す概念図である。図示するように、股関節（０９０１、０９０２）、膝（０９０３）、足首（０９０４、０９０５）に相当する箇所に本減速装置が備わる。
【００４９】
図示するようなヒューマノイドロボットにおいて、減速装置は各所に用いられそれぞれ　50

の箇所に応じた耐負荷性能や耐衝撃性能が求められる。したがって、弾性体の配置する数を箇所に応じて適宜配置できることは好適である。また、構成の多くをプラスティック製とすることで脚全体の軽量化に資することができ、動作コストの低減を図ることが可能である。以上のように、本減速装置はとくにヒューマノイドロボットの関節に用いるのに好適な性能を発揮するものである。

＜効果＞

【００５０】

　本実施形態により、減速装置の軽量化を図ることができ、多くの減速装置を関節として用いるヒューマノイドロボットに適用するために好適な減速装置を提供することが可能である。

10

【図１】

【図２】

【図３】

（a）

0303
0301
0302

（b）

【図４】

（a）

（b）

【図５】

【図６】

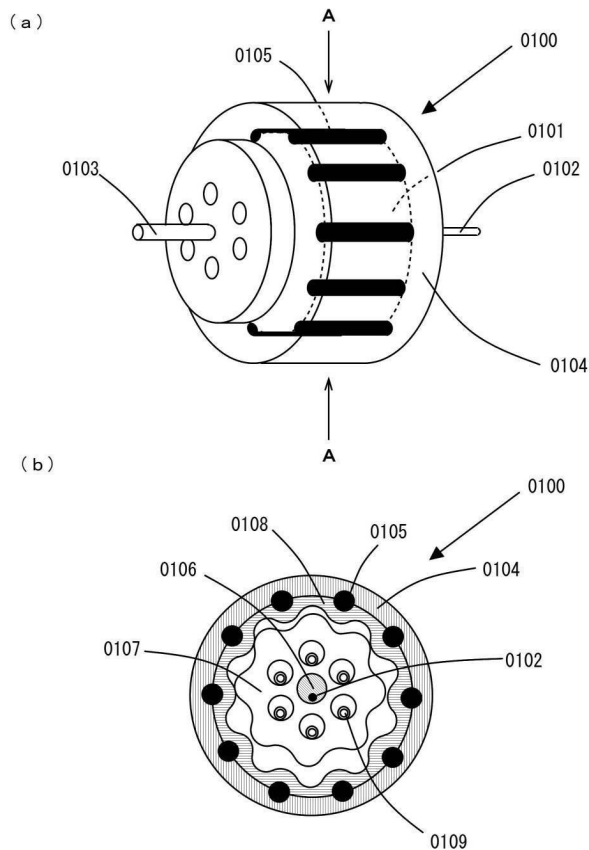
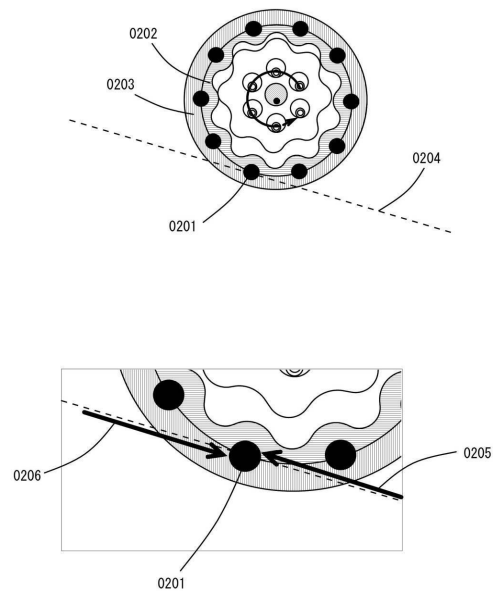
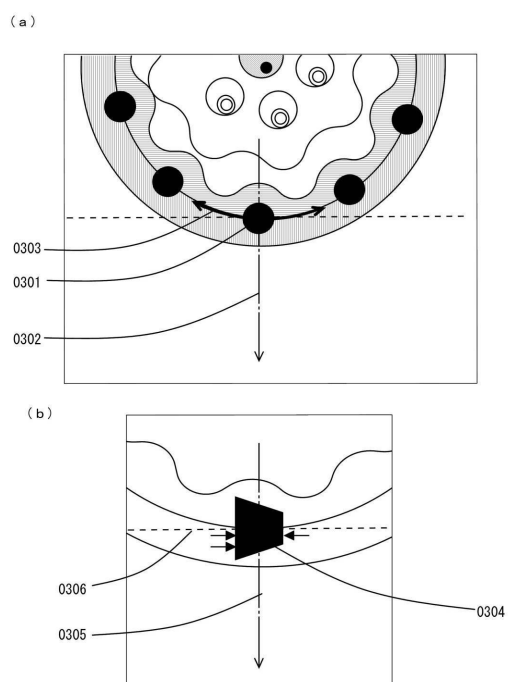
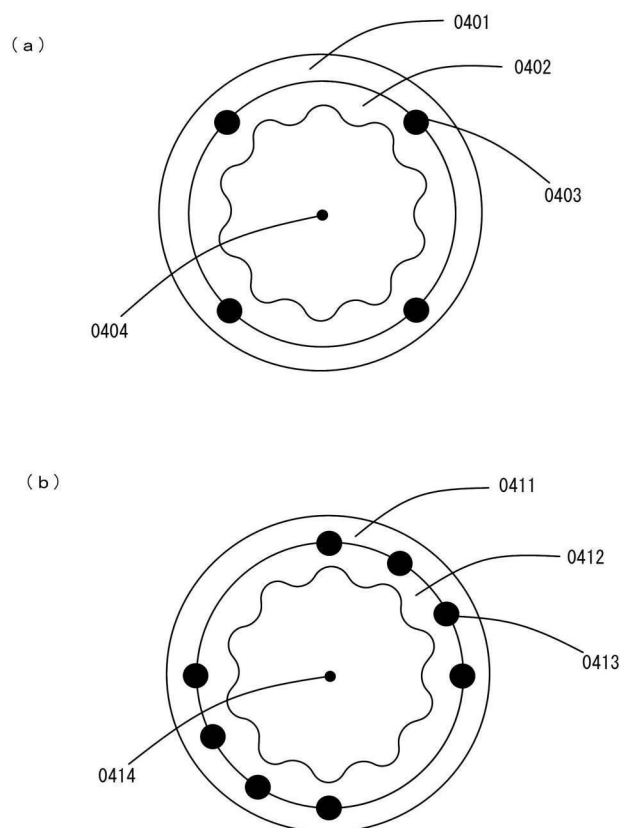
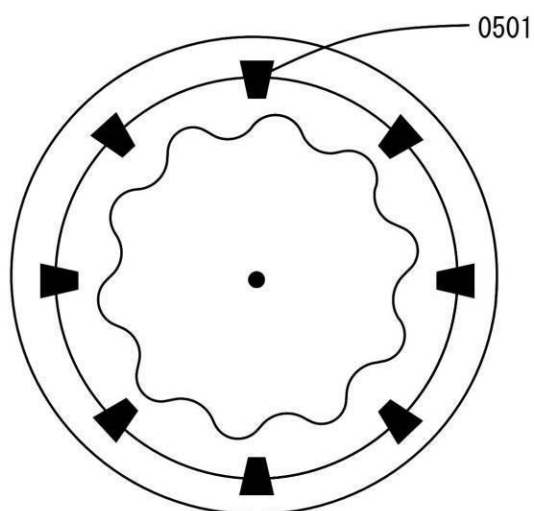
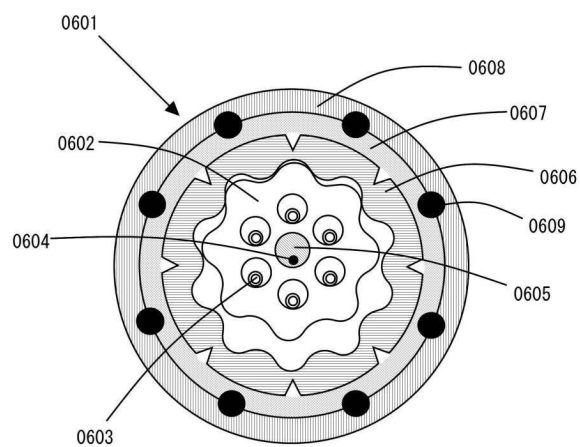
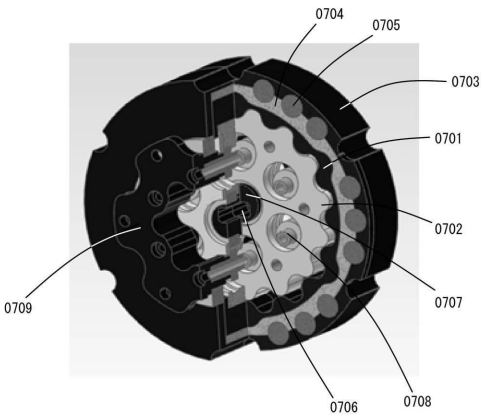
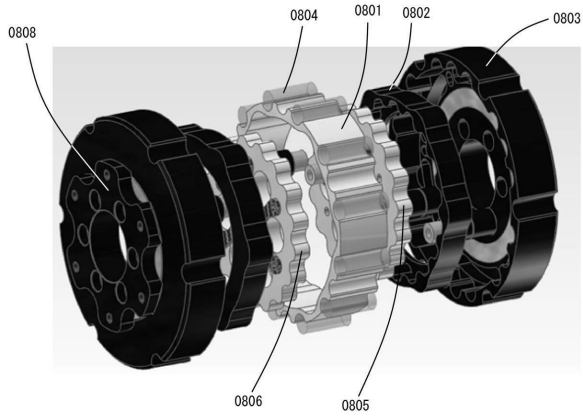
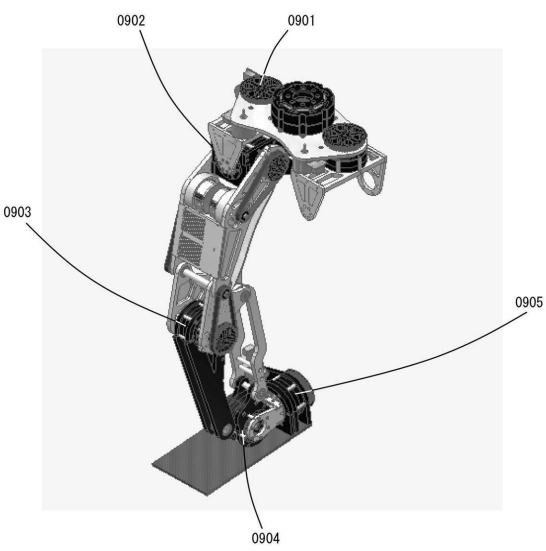
【図７】

0704
0705
0703
0701
0702
0707
0708
0706
0709

【図８】

0808
0804
0801
0802
0803
0806
0805

【図９】

0902
0901
0903
0905
0904

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3J027 FA15 FA37 FB32 FB40 GA01 GB03 GC02 GC22 GD04 GD08
GD12 GE12 GE23 GE27 GE30
3J030 AA02 AB04 AB09 BA01 BB03 BB09 BB17 BC02 CA10
3J048 AA01 BA03 BA17 DA06 DA08 EA31